

Временные вариации максимально наблюдаемой частоты на среднеширотной трассе

Соловьёв Андрей Андреевич
Южный федеральный университет
Радио Любовь Петровна к.ф.-м.н.
Ptuf444@gmail.com

Телекоммуникации современности устанавливают всё более высокие требования к надёжности, качеству, гибкости, доступности и простоте связи как таковой и к системам связи в общем. Одной из современных систем связи является ионосферный канал. Данный тип связи крайне изменчив. Для улучшения качества связи и уменьшения информационной избыточности в работе канала необходимо знать временные вариации его характеристик. Наиболее эффективным инструментом определения параметров ионосферного канала является метод наклонного зондирования (НЗ). Одним из важнейших измеряемых параметров при использовании этого метода является максимальная наблюдаемая частота (МНЧ), на основе которой прогнозируется на заданное время упреждения максимальная применимая частота (МПЧ) на КВ трассе.

Целью данной работы была оценка временных вариаций максимальной наблюдаемой частоты (МНЧ) на основе экспериментальных данных. Использовались экспериментальные данные наклонного ЛЧМ-зондирования на среднеширотной трассе Inskip (53.5°N; 2.5°W) – Rome (41.8°N; 12.5°E) протяжённость которой составляет 1710 км, азимут 133 градуса. Мощность излучения передатчика составляла 100 Вт. Обработаны ионограммы за 20 дней в марте и в декабре 2005 года. Число солнечных пятен за этот год составило $W=20$. Ионограммы снимались круглосуточно с шагом в 5 минут. Объём обработанных данных составляет порядка 5800 ионограмм. Для обработки результатов измерений использовалось программное обеспечение, разработанное на кафедре радиофизики физического факультета ЮФУ [1, 2]. Пример обрабатываемых ионограмм приведён ниже на *рис. 1*.

Измеренные результаты обрабатывались в следующей последовательности: для каждого дня на плоскость «время суток – МНЧ» наносились полученные из ионограмм значения, каждому моменту времени (с шагом в 5 минут) соответствовало своё значение МНЧ. В часе снималось по 12 значений этой величины. Таким образом получались суточные зависимости для определённых наблюдаемых дней. Пример обработки приведён на *рис. 2*.

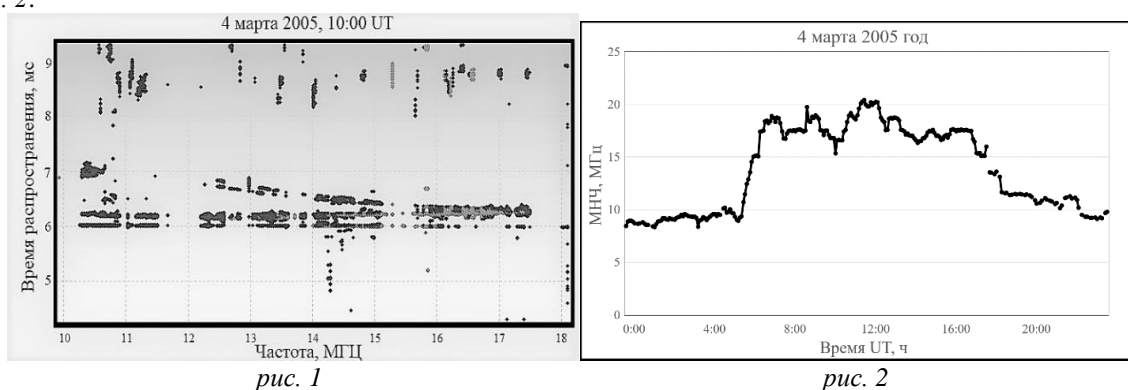


рис. 1

рис. 2

Для фиксированных моментов времени находилось среднемесячное значение МНЧ в декабре 2005 г. (*рис. 3*) и марте 2005 г. (*рис. 4*). Во всех случаях обработка не исключала возмущённых условий распространения на трассе.

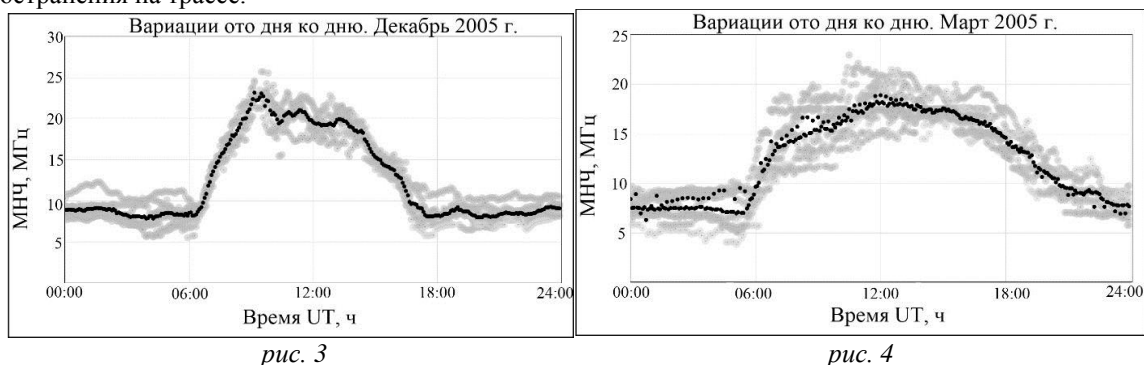


рис. 3

рис. 4

Временные вариации рассчитывались следующим образом [3, 4]. Результаты наблюдений разбивались на четырёхчасовые блоки в следующих временных диапазонах: 00:00 – 04:00, 06:00 – 10:00, 12:00 – 16:00 и 19:00 – 23:00. Для каждого из интервалов рассчитывалось скользящее среднее значений МНЧ с пятиминутным шагом и

окном в 2 часа. Далее вычислялись среднеквадратичные отклонения (в МГц и процентах) мгновенных МНЧ в зависимости от усреднённых со скользящим средним за 2 часа. Находилось среднее отклонений (в МГц и процентах). Полученные результаты позволяют оценить суммарные вариации МНЧ. Данные вычислений сведены в *Табл. 1*

Временной интервал в часах		00:00–04:00	06:00–10:00	12:00–16:00	19:00–23:00
Среднее значение СКО в марте 2005 г.	МГц	1,6	2,3	1,3	0,5
	%	8	20	7,3	5
Среднее значение СКО в декабре 2005 г.	МГц	0,83	3,1	2,4	0,7
	%	7,2	20	11,2	1,5

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

1. После обработки порядка 5800 ионограмм ЛЧМ-зондирования были получены экспериментальные суточные зависимости МНЧ от времени суток для марта и декабря 2005 г.
2. Максимально измеренное значение МНЧ в дневное время составило 21,48 МГц для марта, 22,85 МГц для декабря и минимальное значение 14,47 МГц в марте, 12,56 МГц в декабре.
3. При обработке по предложенному алгоритму не наблюдалось значительной амплитуды вариаций МНЧ от времени суток.
4. Получены следующие количественные результаты. Суммарные вариации ото дня ко дню для марта: 8% (1,6 МГц) – ночь, 20% (2,3 МГц) – утро, 7,3% (1,3 МГц) – день, 5% (0,5 МГц) – вечер. Для декабря: 7,2% (0,83 МГц) – ночь, 20% (3,1 МГц) – утро, 11,2% (2,4 МГц) – день, 1,5% (0,5 МГц) – вечер.

Автор выражает благодарность научно-исследовательскому институту геофизики и вулканологии Италии «Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia» [5] за предоставленный для экспериментов материал.

Список публикаций:

- [1] B.G. Barabashov, M.M. Anishin, and O.Y. Pelevin (2009), High-frequency field strength prediction for ionospheric propagation at short- and medium- range radio paths, *Radio Sci.*, 44, RS0A18, doi:10.1029/2008RS004038.
- [2] Барабаиов Б.Г., Анишин М.М. Программный комплекс прогнозирования траекторных и энергетических характеристик радиоканалов диапазона 2-30 МГц «Трасса» (часть 1). Научно-технический сборник «Техника радиосвязи». Омск. ОАО «ОНИИП» - Выпуск 1 (19). 2013 г., стр. 25-34; (ч.2) – Выпуск 2(20).-2013 г. стр. 13-21.
- [3] Барабаиов Б. Г., Анишин М. М., Лаврентьев О. А., Русин С. В. Результаты наклонного зондирования на трассе протяженностью 2770 км (часть 1). Научно-технический сборник «Техника радиосвязи». Омск. ОАО «ОНИИП» - Выпуск 3 (38). 2018 г., стр. 22–29.
- [4] Барабаиов Б. Г., Анишин М. М., Лаврентьев О. А., Русин С. В. Результаты наклонного зондирования на трассе протяженностью 2770 км (часть 2). Научно-технический сборник «Техника радиосвязи». Омск. ОАО «ОНИИП» - Выпуск 1 (40). 2019 г., стр. 19–23. [5] Электронный ресурс <http://www.ingv.it/it/>

Управляюще-вычислительный комплекс для полевой электронной спектроскопии

Шахмуратов Азамат Набиуллинович

Бакирский государственный университет

Латыпов Камил Фаридович

azamatn96@mail.ru

Для проведения исследований связанных с полевой электронной спектроскопией необходимо специальное оборудование, например установка УСУ-4. Работа с ней требует специальных устройств для контроля эксперимента и отображения результатов. Для упрочения эксперимента требовалось автоматизировать этот процесс. Это можно было бы осуществить с помощью современных микропроцессорных комплексов под управлением ЭВМ.

Функциональная блок-схема комплекса экспериментальной установки для полевой электронной спектроскопии представлена на рисунке 1.